

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN
METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

ANDANA MASNESIA

D 500 130 005

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ANDANA MASNESIA

D 500 130 005

Telah di periksa dan di setujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

NIDN. 0609086801

HALAMAN PENGESAHAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI

oleh:

ANDANA MASNESIA

D 500 130 005

Telah dipertahankan di depan Dewan Pembimbing

Fakultas Teknik




Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 23 Januari 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Pembimbing:

1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
(Ketua Dewan Pemimpin)
2. Ir. Haryanto, M.S
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Emi Erawati, S.T., M.Eng.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D., IPM
NPK.682

HALAMAN PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 November 2017

Penulis



ANDANA MASNESIA

D500 130 005

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI

Abstrak

Sekitar 25 juga orang meninggal akibat polusi air setiap tahunnya. Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan seperti : tingkat padatan tersuspensi dan tingkat terlarut oksigen; kehadiran nitrat , fosfat, klorida, logam berat, bakteri. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik mengandung logam berat dan zat warna serta kadar COD tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimum pH, waktu dan pengadukan presipitasi dan efektivitas tanaman untuk metode fitoremediasi. Penelitian dengan limbah cair batik sintetis dengan mencampurkan larutan methyl orange dan methylene blue. Penelitian ini dilakukan metode presipitasi pada konsentrasi Ca(OH)_2 0,2 M dengan pengadukan 100rpm selama 20 menit dengan variasi pH presipitan 4; 5; 7. Dari Hasil filtrat pengadukan dengan pH optimum digunakan untuk fitoremediasi pada tanaman kayu apu dan bambu air. Pengambilan 10 ml sampel dan pengamatan setiap 1; 3; 5; 7 hari untuk analisa kadar zat warna. Analisa kadar zat warna pada penelitian ini menggunakan alat spektrofotometri. Analisa kadar COD dilakukan dengan alat COD reaktor, mengambil 2,5 ml sampel limbah awal, limbah kontak dengan variasi tanaman yang ditambah dengan 1,5 larutan pengencer dan 3,5 ml larutan pereaksi dalam kuvet. Setelah itu kuvet tersebut dipanaskan pada COD reaktor selama 2 jam. Kemudian untuk menghitung kadar COD dengan menggunakan persamaan linier dari kurva baku KHP. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penurunan zat warna dan kadar COD. Penurunan absorbansi methyl orange dan methylene blue tertinggi pada pH 7 yaitu masing-masing 82,57% dan 78,83%. Penurunan absorbansi pada methyl orange dan methylene blue menggunakan tanaman yang paling efektif yaitu menggunakan tanaman bambu air yaitu masing-masing 98,88% dan 96,39% namun tanaman tersebut optimum pada hari ke 5. Penurunan COD paling efektif menggunakan tanaman kayu apu.

Kata kunci: limbah batik, fitoremediasi, limbah cair, zat warna, Ca(OH)_2

Abstract

About 25 people die from air pollution every year. There are several factors that must be like: the degree of suspended solids and the level of dissolved oxygen; see nitrates, phosphates, chlorides, heavy metals, bacteria. Liquid waste generated from the batik production process contains heavy metals and high dyestuffs. This study aims to determine the optimum pH, time and stirring of precipitation and plant improvement on phytoremediation method. Research with synthetic liquid waste by mixing methyl orange and methylene blue solution. This research was carried out precipitation method at Ca (OH) 2 concentration 0.2 M with stirring 100rpm for 20 min with variation of pH of precipitate 4; 5; 7. From the resultant filtrate filtrate with optimum pH is used for phytoremediation in apu wood and water bamboo. Taking 10 ml of sample and observation every 1; 3; 5; 7 days to. Analysis of dyestuffs in this study using spectrophotometric tool. Analysis of COD level

by using COD reactor, taking 2.5 ml of initial waste sample, waste contact with. Plants with addition of fertilizer and 3.5 ml of reagent solution in cuvet. After that the cuvette was heated to the COD reactor for 2 hours. Then to calculate the COD content by using the linear equation of the KHP raw curve. The results of this study showed a decrease in dye and COD levels. The decrease of orange methyl and blue methylene absorbance at pH 7 were 82.57% and 78.83%, respectively. The decrease of absorbance in methyl orange and methylene blue using the most effective plants using bamboo water plants are 98.88% and 96.39% respectively but the plants are optimum on the 5th day. The decrease of COD is most effective by using apu wood.

Keywords: batik waste, phytoremediation, liquid waste, dyestuff, Ca(OH)_2

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman yang semakin maju, menyebabkan meningkatnya kebutuhan sehari-hari seperti sandang, pangan dan papan. Hal ini berdampak pada jumlah limbah yang semakin banyak. Sayangnya, masih banyak industri di Indonesia yang tidak memperhatikan lingkungan. Industri hanya berpusat pada bagaimana proses produksi yang efisien berdasarkan ekonomi dan waktu. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan produksi seperti limbah padat, limbah cair dan limbah bahan beracun berbahaya (B3). Semakin memprihatinkan kondisi lingkungan karena ulah industri-industri tidak bertanggung jawab.

Pencemaran yang paling sering terjadi adalah pencemaran air. Air adalah kebutuhan utama bagi kegiatan manusia, begitu pula dengan industri-industri. Air merupakan bahan utama untuk proses produksi. Akibat dari kegiatan industri, maka akan banyak air sisa proses yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya penanganan terlebih dahulu. Sehingga air buangan tersebut mencemari sungai-sungai sekitar kawasan industri. Biasanya pada jam-jam tertentu air sungai berubah menjadi berwarna keruh seperti merah, hijau dan biru. Tergantung air sisa dari kegiatan produksi industri tersebut. Bahkan tak jarang air sungai berbau busuk yang sangat menyengat dan tentu saja mengganggu pernafasan masyarakat sekitar.

Sekitar Kota Solo banyak industri batik dengan berbagai jenis. Seperti batik cap, batik printing, jumputan, batik tulis. Menurut (Sumarni, 2012), umumnya industri batik akan menghasilkan limbah cair yang dibuang ke lingkungan sekitar.

proses pembuatan batik secara umum yaitu, dengan penambahan bahan kimia sebagai bahan tambahan yang berupa zat pewarna, kanji, minyak, lilin, soda api (NaOH), deterjen dan lain – lain. Sebagian besar bahan-bahan tersebut bersifat non-biodegradable. Limbah cair batik biasanya berasal dari sisa air pencelupan. Mengandung banyak zat warna, penguat warna dan penganjian.

Penelitian yang menggunakan limbah batik sintesis yang terdiri dari methyl orange dan methylene blue adalah cara alternatif untuk mengolah air limbah batik dengan metode presipitasi. Menurut (Metcalf & Eddy, 2012) presipitasi merupakan metode penambahan bahan kimia presipitasi kimia untuk mengubah keadaan fisis terlarut dan padatan tersuspensi secara sedimentasi. Presipitasi ini sering digunakan untuk meningkatkan tingkat penurunan TSS dan BOD.

Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan untuk industri batik di Solo untuk mengolah limbah cair batik yang sederhana dan ekonomis, sehingga ketika limbah dibuang ke lingkungan telah sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan. Hal ini juga dapat mengurangi tingkat pencemaran sungai-sungai sekitar industri batik di Solo.

1.2. Tinjauan Pustaka

Air limbah yang dihasilkan oleh masyarakat sekitar. Seperti misalnya air limbah domestik yang berasal dari dapur, kamar mandi, WC, toilet, dan laundry. Memiliki kandungan mineral dan organik dihasilkan dari kotoran manusia, kertas, sabun, sampah, sisa makanan, dan yang lainnya akan menambah beban limbah (Fair, 1971).

1.2.1 Karakteristik air limbah

Air limbah yang berdasarkan sumber asalnya akan mempunyai komposisi yang sangat beragam. Namun dengan zat-zat yang terkandung dalam air limbah tersebut secara garis besar dapat dikelompokkan dan ditangani sesuai dengan karakteristiknya.

Karakteristik yang dimiliki air limbah meliputi sifat fisika, sifat kimia dan sifat biologi. Mengetahui dengan adanya berbagai jenis-jenis polutan. Sehingga setiap limbah tidak dapat diolah dengan proses yang sama. Terdapat dalam air limbah dapat menentukan unit proses yang akan dibutuhkan.

Berikut karakteristik-karakteristik air limbah (kimia, biologi, fisika) menurut (Siregar, 2008):

a. Karakteristik kimia

Karakteristik air limbah yang ditinjau dari segi sifat kimia yaitu meliputi senyawa organik dan anorganik. Senyawa organik adalah suatu karbon yang dikombinasi dengan satu atau lebih elemen lain (O, N, P, H). Sedangkan senyawa anorganik adalah hanya terdiri berbagai elemen dan tidak ada karbon yang terkandung. Karbon anorganik yang terkandung dalam limbah yaitu sand, grit, dan mineral-mineral, baik suspended ataupun terlarut. Elemen yang terkandung dalam jumlah besar akan bersifat toksik atau beracun dan akan menghalangi proses biologi. Gas yang terdapat pada air limbah biasanya oksigen, nitrogen, karbondioksida, hidrogen sulfida, amonia dan metana.

b. Karakteristik biologi

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah. Biasanya merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme, dan reproduksi). Mikroorganisme dibedakan menjadi binatang dan tumbuhan namun sulit dibedakan, sehingga mikroorganisme dimasukkan ke dalam kategori Protista. Bakteri juga berperan sangat penting dalam evaluasi kualitas air.

c. Karakteristik fisika

Karakteristik yang dimiliki air limbah dapat ditinjau secara fisika. Misalnya seperti temperatur, warna air limbah, bau air limbah, dan padatan yang terdapat pada air limbah. Masing-masing memiliki parameter yaitu, peranan yang dimiliki temperatur sangatlah penting dalam pengolahan pengurangan kadar limbah namun ditinjau dari bau air limbah yaitu bersifat subjektif karena kepekaan penciuman setiap individu berbeda-beda. Peranan warna sendiri dapat dinilai dari spektrum warna yang terjadi pada air limbah tersebut. Sedangkan padatan yang terkandung dalam air limbah tersebut yaitu floating, settleable, suspended atau dissolved.

1.2.2 Karakteristik Limbah Cair Batik

Air limbah yang diperoleh dari tekstil industri biasanya kaya akan warna, kebutuhan oksigen kimia (COD), bahan kimia yang kompleks, garam anorganik, total padatan terlarut (TDS), pH, suhu, kekeruhan dan salinitas.

Pada limbah cair batik ini kandungan yang terbesar yaitu logam berat dan zat pewarna. Menurut Khandare & Govindwar (2015), Industri tekstile dan pewarna yang membuang limbah dalam volume besar. Pada umumnya industri tekstil yang berukuran normal memproduksi kain sebanyak 8000 kg dan akan mengkonsumsi air sebanyak 1,6 juta liter per hari. Sekitar 16% air digunakan dalam proses pewarnaan dan 8% digunakan untuk proses pencetakan. Air adalah sumber daya alam yang terbatas dan suatu saat akan menjadi langka karena penggunaan air yang sangat besar dan bebas seperti ini.

Pada proses pewarnaan, dimana senyawa kromosforik yang berperan penting dalam pemberian warna. Pewarnaan yang menunjukkan maksima absorbansi independen (λ_{max}) pada panjang gelombang tertentu. Alat ini dapat dengan mudah untuk mengamati penurunan atau penghilangan zat pewarna dalam waktu ke waktu. Penurunan dalam absorpsi ini berarti bahwa zat pewarna telah hilang atau menurun dan pengukuran dapat dengan mudah juga simpel dengan menggunakan kolorimeter atau sinar UV spektrofotometer.

1.2.3 Zat warna

Zat warna adalah suatu senyawa organik yang mengandung gugus kromofor yang pembawa warna dan auksokrom sebagai yang pengikat warna. Untuk zat warna reaktif ini adalah suatu zat warna yang biasa digunakan untuk pewarna batik (Kamal, 2012)

a. Methyl Orange

Methyl Orange (MO) merupakan salah satu jenis pewarna sintesis azo yang banyak ditemukan dalam limbah industri tekstil. Pewarna azo merupakan pewarna sintetik aromatik yang tersusun dari satu atau lebih gugus azo yang mengandung dua atom nitrogen dengan ikatan azo ($-N=N-$) dan tersubstitusi dengan elektron penstabil gugus azo. Pada proses

mineralisasi pewarna azo terjadi pemutusan ikatan azo cincin aromatik sehingga membentuk senyawa amina aromatik, seperti arilamina yang bersifat karsinogenik. Umumnya pewarna azo larut dalam air, mudah teradsorpsi dalam kulit, terhirup sehingga berpotensi bersifat racun dan menyebabkan kanker. Pewarna azo juga merupakan agen mutagenik pada manusia dan lingkungan. Dari bahaya yang ditimbulkan pewarna methyl orange terhadap manusia maupun lingkungan maka diperlukan upaya dalam proses degradasi metil orange (Mauliddawati & Purnomo, 2014).

b. Methylene Blue

Zat warna methylene blue dengan rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3S$ adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan dye kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Pada umumnya digunakan sebagai pewarna stra, wool dan tekstil. Limbah zat warna ini berbahaya karena dapat menimbulkan polutan dalam jumlah berlebih (Sistesya & Sutanto, 2013)

Penelitian yang menggunakan limbah batik sintesis yang terdiri dari methyl orange dan methylene blue adalah cara alternatif untuk mengolah air limbah batik dengan metode presipitasi dan fitoremediasi. Menurut (Metcalf & Eddy, 2012) presipitasi merupakan metode penambahan bahan kimia presipitasi kimia untuk mengubah keadaan fisis terlarut dan padatan tersuspensi secara sedimentasi.

1.2.4 Metode Presipitasi

Menurut (Siregar, 2008). Metode Presipitasi adalah mengurangi kadar bahan-bahan yang terlarut (bahan anorganik yang berlebih) menggunakan penambahan bahan-bahan kimia terlarut, sehingga menyebabkan terbentuknya padatan-padatan (floc atau lumpur). Biasanya pada pengolahan limbah metode presipitasi ini digunakan untuk mengurangi kadar heavy metal (logam berat), sulfat, flourida dan foosfat. Lime adalah senyawa kimia yang biasa digunakan untuk presipitasi dengan kombinasi kalsium klorida, magnesium klorida, alumunium klorida dan garam-garam besi.

Presipitasi ini menjadi proses yang paling dominan untuk mengolah logam alkali yang mengandung anion seperti karbonat, hidroksida dan fosfat. Kopresipitasi logam seperti oxyhydroxide besi dan setiap interaksi yang

menyebabkan perubahan sifat kimia yang signifikan pada permukaan substrat (Adriano, Bolan, Vangronsveld, & Wenzel, 2005)

1.2.5 Metode Fitoremediasi

proses remediasi merupakan sama halnya dengan proses pengolahan air minum, air limbah dan sampah. Namun remediasi menjadi topik pada sasaran media lingkungan seperti : udara, perairan (dan air tanah) dan tanah (termasuk sedimen). Remediasi biasanya berkaitan dengan alam yang baku mutunya telah tercemar (Sarwoko & Samudro, 2006)

Fitoremediasi menurut Wang, Zhang, & Cai, (2011), penggunaan tanaman untuk menghilangkan polutan dari lingkungan, yaitu bidang penelitian yang berkembang dalam studi lingkungan karena keuntungan dari yang ramah lingkungan, biaya efektivitas dan kemungkinan panen tanaman untuk ekstraksi kontaminan diserap seperti sebagai logam yang tidak dapat dengan mudah terdegradasi untuk didaur ulang.

Fitoremediasi biasanya menggunakan tanaman yang memiliki biomasa tinggi, pertumbuhan cepat. Misalnya rumput Vertiver (*Vertiveria Zizanioides* L) dan sawi (*Brassica juncea* L). Penelitian ini menggunakan selada air (*Pistia stratiotes* L.) sebagai tanaman yang diuji karena mempunyai kemampuan untuk meningkatkan aktivitas mikroba, menyerap nutrisi dan mengurangi padatan yang tersuspensi. Tanaman ini cocok untuk pengolahan air limbah secara fitoremediasi di daerah tropis (Putra, Cahyana, & Novarita, 2015).

Pada penelitian ini menggunakan variasi tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) . Jenis tanaman ini yang merupakan tumbuhan air tawar yang biasanya tumbuh di daerah tropis. Tumbuhan ini dapat hidup secara bebas mengapung di perairan dengan kecuali menempel pada lumpur. Kayu apu ini hanya padat hidup pada perairan tenang atau di air yang mengalir lambat (Wirawan, Wirosoedarmo, & Susanawati, 2014).

Menurut Hanks, Caruso, & Zhang, (2015) Tanaman ini telah banyak dilakukan di banyak negara untuk memurnikan air dari logam berat dan hasil yang menjanjikan untuk penghapusan ion perak dan logam lainnya. pada tanaman ini telah berhasil mengolah air limbah yang terkontaminasi perak. Pada 48 jam dan 12 jam uji kemampuan tanaman ini yang hasilnya tidak

beda. Sehingga telah teruji jika fitoremediasi menggunakan tanaman ini memerlukan waktu yang singkat.



Gambar 1. Tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) sumber : (Madhurina, Bidisha, Shekhar, & Sankar, 2014)

Sedangkan bambu air (*Equisetum Hyemale*) memiliki kemampuan yang tinggi terhadap timbal (Pb). Tanaman air ini mampu menghilangkan Pb sebesar 30-70% pada pengolahan air limbah dari peternakan babi (Ajeng et al., 2010)



Gambar 2. Tanaman bambu air (*Equisetum Hyemale*).

2. METODE

Penelitian yang akan dilakukan yaitu pengolahan limbah cair batik sintesis yang terdiri dari *methyl orange* dan *methylene blue*. Penelitian ini menggunakan metode presipitasi dengan bantuan presipitan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,2 N. Selanjutnya akan diremidiasi dengan tanaman kayu apu dan bambu air.

2.1 Model Rancangan Penelitian

Pada penelitian kali ini untuk pengurangi kadar zat warna dan COD. Langkah pertama dilakukan analisa kadar awal zat warna dan COD. Setelah itu

dilakukan presipitasi dengan pH optimum. Filtrat dari presipitasi akan digunakan pada metode fitoremediasi dan analisa COD.

2.2 Cara Kerja

- Analisa awal kadar zat warna pada limbah

Mengambil 50 ml sampel limbah untuk analisa awal kadar zat pewarna dengan menggunakan spektrofotometri UV-VIS dan analisa COD awal limbah.

- Metode Presipitasi (Yanti, Syadiyah, Marwati, & Handoko, C, 2013)

Ambil sampel limbah cair batik 50 ml dan masukkan kedalam gelas beker 150 ml. Kemudian tambahkan sedikit demi sedikit Ca(OH)_2 0,2 N sampai mencapai pH 4. Setelah itu, dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirrer dengan kecepatan 100 rpm selama 20 menit. Setelah pengadukan ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan selama 24 jam. Filtrat yang dihasilkan digunakan untuk analisa kadar zat warna dengan spektrofotometri. Ulangi pada pH 7 dan 10. Hasil penurunan kadar zat warna tertinggi. maka dilakukan pengulangan metode presipitasi pH optimum dengan jumlah sampel limbah sebanyak 3 liter untuk digunakan pada metode fitoremediasi.

- Metode Fitoremediasi (Hermawati, Wiryanto, & Solichatun, 2005)

Timbang tanaman kayu apu dan bambu air dengan perbandingan berat yang sama. Dilakukan alkimasi, merendam tanaman dengan aquades selama 3 hari pada bak plastik. Ganti aquades dengan hasil filtrat presipitasi dan lakukan pengambilan sampel setiap 0, 1, 3, 5 dan 7 hari. Dilakukan pengamatan kadar zat warna dengan spektrofotometri dan tanaman yang hidup

- Analisa kadar COD ((6989.2:2009, 2009)

Keringkan kalium hydrogen flalat (KHP) pada suhu 110°C hingga konstan. Kemudian timbang sebanyak 0,425 g, dilarutkan dengan aquades hingga volume 1000ml. Lalu dibuat larutan standard KHP dengan konsentrasi 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ppm. Ambil 2,5ml tiap variasi konsentrasi KHP yang telah dibuat dengan ditambahkan 3,5ml larutan pereaksi dan 1,5ml larutan pengencer tinggi dalam kuvet. Kemudian panaskan dalam COD reaktor selama 2 jam dan dinginkan pada suhu ruang. Lalu baca absorbansi dengan alat spectrometer UV-VIS.

Dilakukan pengujian COD pada sampel awal, kontak dengan bambu air dan kayu apu. Dengan mengambil 2,5ml masing-masing sampel dengan ditambahkan 3,5ml larutan pereaksi dan 1,5ml larutan pengencer. Kemudian panaskan dalam COD reaktor selama 2 jam dan dinginkan pada suhu ruang. Lalu baca absorbansi dengan alat spektrometer UV-VIS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimum pada limbah sampel dan efektifitas tanaman untuk metode fitoremediasi dalam penurunan kadar zat warna serta COD pada limbah. Limbah zat warna sintetis yang digunakan yaitu campuran zat pewarna azo *methyl orange* dan *methylene blue*.

3.1 Penentuan pH optimum dengan metode presipitasi dalam penurunan kadar zat warna

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Joko, 2003), penurunan kadar Cr menggunakan Ca(OH)_2 0,2N dinilai paling efektif karena dapat menurunkan sebesar 99,28% disbanding dengan NaOH. Sehingga penelitian ini menggunakan presipitan Ca(OH)_2 0,2N untuk mengurangi kadar zat warna. Sampel limbah yang ditambahkan dengan Ca(OH)_2 0,2 N sedikit demi sedikit hingga mendekati pH 4, 7 dan 10. Sampel dengan pH tertentu dipanaskan dengan kompor listrik selama 20 menit serta magnetik stirrer dengan kecepatan 100 rpm pada suhu 80°C kemudian disedimentasi selama 24 jam untuk menghasilkan filtrat dengan kadar zat warna terendah akan digunakan untuk metode fitoremediasi.

Tabel 1. Penentuan Penurunan Kadar Zat Warna Pada Variasi pH

Variasi pH	Kadar zat warna pada variasi pH	
	<i>Methyl orange</i> (ppm)	<i>Methylene blue</i> (ppm)
Awal	19,488	14,159
4	4,209	3,078
7	3,396	2,997
10	6,321	4,577

Penurunan kadar zat warna *methyl orange* dan *methylene blue* dengan metode presipitasi tertinggi dihasilkan dengan pH 7 yang masing-masing penurunan sebesar 82,57 % dan 78,83 %.

3.2 Penurunan kadar zat warna dengan metode fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan kegiatan pemulihan atau pembersihan permukaan tanah yang tercemar. Dimana tujuannya dilakukan remediasi ini agar lahan yang tercemar dapat digunakan kembali untuk berbagai kegiatan secara aman. Proses fitoremediasi ini dapat menggunakan media tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Raras, Yusuf, Kalimantan, & Dalam, 2015)

Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu (Nur, 2013) :

a. Fitoekstraksi

merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah dan kemudian diakumulasi/disimpan didalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut dengan hiperakumulator. Setelah polutan terakumulasi, tanaman bisa dipanen dan tanaman tersebut tidak boleh dikonsumsi tetapi harus di musnahkan dengan insinerator kemudian dilandfiling

b. Fitovolatilisasi

merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dan polutan tersebut dirubah menjadi bersifat volatil dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman. Polutan yang di lepaskan oleh tanaman keudara bisa sama seperti bentuk senyawa awal polutan, bisa juga menjadi senyawa yang berbeda dari senyawa awal.

c. Fitodegradasi

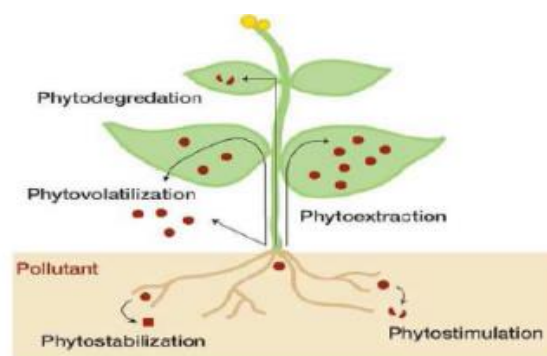
adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme didalam tanaman. Metabolisme polutan didalam tanaman melibatkan enzim antara lain nitrodictase, laccase, dehalogenase dan nitrilase.

d. Fitostabilisasi

merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi polutan didalam tanah menjadi senyawa yang non toksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tanaman. Hasil transformasi dari polutan tersebut tetap berada didalam tanah.

e. Rhizofiltrasi

adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemarnya adalah badan perairan



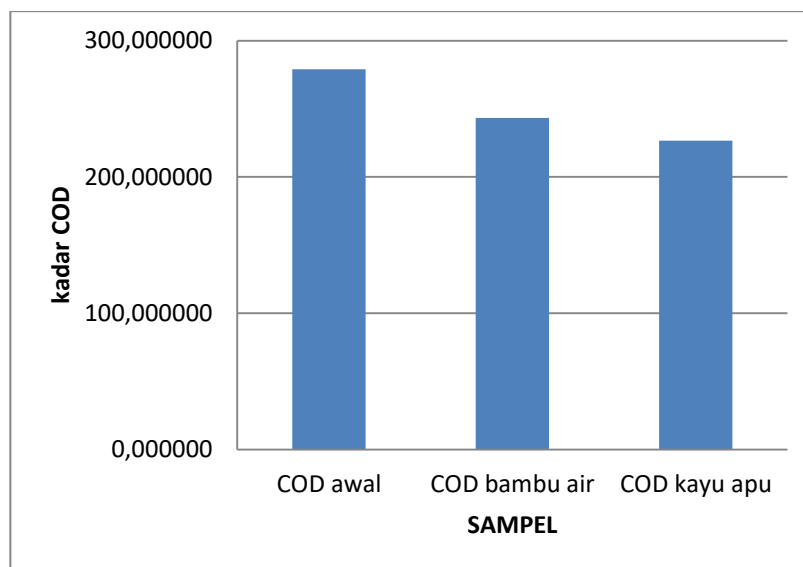
Gambar 3. Mekanisme Proses Fitoremediasi (Moenir, 2010)

Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman apu-apu (*pistia stratiotes* L) yaitu fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah proses tumbuhan menarik kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan dan ditranslokasikan ke organ tumbuhan lain. Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman apu-apu (*pistia stratiotes* L) ini juga yaitu rhizofiltrasi, dimana merupakan proses adsorpsi atau pengendapan kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Tanaman apu-apu menyerap melalui akar, kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Raras et al., 2015)

Tabel 2. Penurunan kadar zat warna pada variasi tanaman

Variasi waktu	Methyl orange		Methylene blue	
	Bambu air	Kayu apu	Bambu air	Kayu apu
0	3,958	3,958	2,997	2,997
1	0,364	2,737	0,282	2,257
3	0,291	0,322	0,269	0,188

Hasil dari analisa COD awal, kontak dengan tanaman bambu air dan kayu apu hanya mengalami penurunan yang sedikit, hal ini di tunjukan dalam grafik berikut :



Gambar 4. Penurunan Kadar COD pada sampel

Setelah pengolahan limbah zat warna dengan metode presipitasi dan fitoremediasi. Penurunan COD dengan tanaman bambu air dan kayu apu masing-masing sebesar 12,75% dan 18,72%. Penurunan yang rendah dikarenakan limbah yang telah di olah dengan metode presipitasi dan fitoremediasi masih bersifat sedikit asam. Pada saat pengukuran pH untuk metode presipitasi hanya sebesar 6,85, hal ini dikarenakan terkendala dengan susahnya untuk pengatur pH mendekati nilai pH 7 dan juga ketelitian dari alat pH meter yang ada pada Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammdiyah Surakarta.

Hasil penurunan COD yang sedikit dalam kondisi masih asam sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fitriani, 2016), penggunaan koagulan biji asam jawa pada variasi pH limbah industri cair tahu yaitu 4, 6, 8 dan 10 mendapatkan pH optimum yaitu pH 4 mampu menyisihkan kekeruhan sebesar 87,88 %, TSS sebesar 98,87 % dan COD sebesar 22,40 %.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

pH optimum dalam penurunan kadar zat warna *methyl orange* dan *methylene blue* yaitu dalam pH 7 yang masing-masing penurunan sebesar 82,57 % dan 78,83 %.

- a) Tanaman bambu air adalah tanaman air yang paling efektif dalam pengurangan zat warna dengan penurunan sebesar 98,88% dalam *methyl orange* dan 96.39% *methylene blue*. Tanaman bambu air optimum dalam penyerapan limbah pada hari ke 5, karena pada hari ke 7 mengalami kenaikan absorbansi dari limbah tersebut.
- b) Dalam penurunan COD yang paling efektif yaitu dengan tanaman kayu apu sebesar 18,72%. Dibanding dengan bambu air 12,75 %.
- c) Metode presipitasi dan fitoremediasi kurang efektif untuk penurunan kadar COD pada limbah pewarna

4.2 SARAN

- a) Menggunakan tanaman dengan kondisi yang sama.
- b) Untuk penurunan COD dalam limbah cair batik mungkin dapat dicoba menggunakan metode lain yang lebih efektif.
- c) Menempatkan tanaman di tempat yang aman dengan tidak terkena air hujan dan panas secara langsung namun tetap mendapatkan sinar matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- 6989.2:2009, S.-. (2009). Air dan air limbah - Bagian 2 : Cara Uji Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan reflukx tertutup secara spektrofotometri. *SNI - 6989.2:2009*, 1–8.
- Adriano, D. C., Bolan, N. ., Vangronsveld, J., & Wenzel, W. . (2005). Heavy metals. *Elsevier*, (1992), 175–181.
- Ajeng, A. B., Wesen, P., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Universitas, P., ... Kunci, K. (2010). PENYISIHAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DENGAN PROSES FITOREMIDIASI. *Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional*

- “*Veteran*” *Jatim*, 5(2), 15–23.
- Fair, G. M. (1971). *Elements of Water Supply and Wastewater Disposal* (Vol. 24).
<https://doi.org/10.1145/2505515.2507827>
- Fitriani, A. E. (2016). Penurunan Konsentrasi Methyl Orange dengan Variasi Dosis Koagulan Ekstrak NaCl-Biji Asam Jawa Serta pH Larutan dan Konsentrasi Methyl Orange Skripsi. *Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Hanks, N. A., Caruso, J. A., & Zhang, P. (2015). Assessing *Pistia stratiotes* for phytoremediation of silver nanoparticles and Ag(I) contaminated waters. *Journal of Environmental Management*, 164, 41–45.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.026>
- Hermawati, E., Wiryanto, & Solichatun. (2005). Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L .) dan Genjer (*Limnocharis flava* L .). *BioSMART*, 7(1980), 115–124.
- Joko, T. (2003). Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit (Studi Kasus di Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang)
 The Decreasing Of Chromium (Cr) In Liquid Waste Of Process Equation in Leather Tanning Using Compound Alkali Ca (OH) 2 , NaOH , And , 2(2), 39–45.
- Kamal, N. (2012). Pemakaian adsorben karbon aktif dalam pengolahan limbah industri batik, 77–80.
- Khandare, R. V., & Govindwar, S. P. (2015). Phytoremediation of textile dyes and effluents: Current scenario and future prospects. *Biotechnology Advances*.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.09.003>
- Madhurina, M., Bidisha, M., Shekhar, M. M., & Sankar, C. (2014). Study on the Phytoremediation Potential of Pharmaceutical Wastewater Spiked with Nutrients through Municipal Wastewater – A Case Study in Indian Context. *International Research Journal of Environment Sciences*, 3(1), 83–89.
- Mauliddawati, V. T., & Purnomo, A. S. (2014). □Biodegradasi Metil Orange Oleh Jamur Pelapuk Coklat *Daedalea Dickinsii*. *Jurusan Kimia, Faklutas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*, 2(1), 1–4.

- Metcalf & Eddy. (2012). *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse* (Vol. XXXIII). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Moenir, M. (2010). Kajian Fitoremediasi sebagai Alternatif Pemulihan Tanah Tercemar Logam Berat. *Teknologi Pencegahan Dan Pencemaran Industri*, 1(2), 115–123.
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *ISSN 2302-1616*, 1(1), 74–83.
- Nurhasanah. (2009). Penentuan kadar cod (chemical oxygen demand) pada limbah cair pabrik kelapa sawit, pabrik karet dan domestik. *Karya Ilmiah*.
- Putra, R. S., Cahyana, F., & Novarita, D. (2015). Removal of Lead and Copper from Contaminated Water Using EAPR System and Uptake by Water Lettuce (*Pistia Stratiotes* L.). *Procedia Chemistry*, 14, 381–386. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.052>
- Raras, D. P., Yusuf, B., Kalimantan, M., & Dalam, T. (2015). Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe , Cd , Cu dan Pb) pada Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes* L) dengan menggunakan Variasi Waktu. *1Laboratorium Kimia Analitik Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman 2Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman*.
- Sarwoko, M., & Samudro, G. (2006). Fitoteknologi Terapan. *Computers & Education*, 24(2), 1–9. <https://doi.org/10.1145/2505515.2507827>
- Siregar, sakti a. (2008). Instalasi Pengolahan Air Limbah, 24(2), 1–9. <https://doi.org/10.1145/2505515.2507827>
- Sistesya, D., & Sutanto, H. (2013). Sifat Optis Lapisan ZnO:Ag yang Dideposisi di atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya Pada Degradasinya Zat Warna Methylene Blue. *Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang*, 1(4), 71–80.
- Sumarni. (2012). Adsorpsi Zat Warna Dan Zat Padat Tersuspensi Dalam Limbah Cair Batik. *Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi (SNAST) Periode III*, (November), 263–269.
- Wang, H., Zhang, H., & Cai, G. (2011). An application of phytoremediation to river pollution remediation. *Procedia Environmental Sciences*, 10(PART C),

1904–1907. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.298>

- Wirawan, W. A., Wirosedarmo, R., & Susanawati, L. D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem Dft (Deepflowtechnique). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1, 63–70.
- Yanti, B., Syadiyah, H., Marwati, S., & Handoko, C. T. (2013). Penggunaan Metode Presipitasi Untuk Menurunkan Kadar Cu Penggunaan Metode Presipitasi Untuk MENURUNKAN KADAR Cu Dalam Limbah Cair Industri Perak di Kota Gedhe. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta Jl.*, 51–58.